

NOM : .....

Prénom : .....

Classe : TS ...

NOM : .....

Prénom : .....

Classe : TS ...

TS

Thème : Observer

TP n°8

**Physique**

**Sons et effet Doppler**

**Chap.2-3**

Réaliser	Analyser	Valider	Communiquer	Bonus	NOTE
A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D	<b>0-1-2</b>	...../20
2	6	2	2		

**I. « Chanter le la » ou « être au diapason » (Chap.2)**

- Lire la notice « Utilisation de Regressi pour acquérir et traiter un son »

**1. Son d'un diapason**

- Ouvrir le fichier son P03\_diapason.wav situé dans le répertoire Ressources de votre classe.
- Sélectionner sur la partie haute de l'enregistrement environ 0,5 seconde. Traiter le signal dans Regressi.

1.1. (Analyser) Le son est-il pur ou complexe ? Justifier votre réponse.

1.2. (Analyser) Déterminer avec précision la période T puis la fréquence f de ce son.

1.3. (Analyser) Par transformée de Fourier (TTF), quelle est la fréquence fondamentale du son de ce diapason ?  
Le spectre de ce son possède-t-il des harmoniques ?

**2. Son d'un piano**

- Ouvrir le fichier son piano440.wav dans le répertoire Ressources de votre classe.
- Sélectionner sur la partie haute de l'enregistrement environ 1 seconde. Traiter le signal dans Regressi.

2.1. (Analyser) Le son est-il pur ou complexe ? Justifier votre réponse.

2.2. (Analyser) Par transformée de Fourier (TTF), quelle est la fréquence fondamentale du son ?  
Le spectre de ce son possède-t-il des harmoniques ?

**3. Concours de chant - Bonus de 1 point sur la note de TP pour les meilleur(e)s**

- Un microphone est relié à la carte son d'un ordinateur.

3.1. Indiquer la note ainsi que son octave quand vous allez chanter un « a » (voir tableau ci-dessous).  
f = ..... Hz

3.2. (Réaliser) Cliquer Fichier Nouveau. Chanter un « a » puis enregistrer votre voix pendant 1s environ.

3.3. (Analyser) Par transformée de Fourier (TTF), quelle est la fréquence fondamentale du son ?  
Le spectre de ce son possède-t-il des harmoniques ?

3.4. (Valider) Quelle est la fréquence de la note la plus proche de celle chantée et son octave ?  
Quel est l'écart relatif (en %) que vous avez réalisé.

Source : <http://www.deleze.name/~marcel/physique/musique/GammeTemperee.html>

	Octave 0	Octave 1	Octave 2	Octave 3	Octave 4	Octave 5	Octave 6	Octave 7	Octave 8	Octave 9
do	32,70	65,41	130,8	261,6	523,3	1046,5	2093,0	4186,0	8372,0	16744
do# ré <sub>b</sub>	34,65	69,30	138,6	277,2	554,4	1108,7	2217,5	4434,9	8869,8	17740
ré	36,71	73,42	146,8	293,7	587,3	1174,7	2349,3	4698,6	9397,3	18795
ré# mi <sub>b</sub>	38,89	77,78	155,6	311,1	622,3	1244,5	2489,0	4978,0	9956,1	19912
mi	41,20	82,41	164,8	329,6	659,3	1318,5	2637,0	5274,0	10548	21096
fa	43,65	87,31	174,6	349,2	698,5	1396,9	2793,8	5587,7	11175	22351
fa# sol <sub>b</sub>	46,25	92,50	185,0	370,0	740,0	1480,0	2960,0	5919,9	11840	23680
sol	49,00	98,00	196,0	392,0	784,0	1568,0	3136,0	6271,9	12544	25088
sol# la <sub>b</sub>	51,91	103,8	207,7	415,3	830,6	1661,2	3322,4	6644,9	13290	26580
la	55,00	110,0	220,0	440,0	880,0	1760,0	3520,0	7040,0	14080	28160
la# sib	58,27	116,5	233,1	466,2	932,3	1864,7	3729,3	7458,6	14917	29834
si	61,74	123,5	246,9	493,9	987,8	1975,5	3951,1	7902,1	15804	31609

3.5. (Analyser) Quel est le lien entre la fréquence de votre note et celle de la même note à l'octave supérieure ?

3.6. (Analyser) Pour passer d'une octave au suivant, quel est le nombre de demi-tons ? La suite des fréquences est-elle arithmétique ou géométrique ? Donner sa raison sous forme numérique et aussi sous la forme littérale.

## II. L'effet Doppler (Chap.3)

- En 1842, le physicien autrichien Christian **Doppler** (*ci-contre*) prédit le comportement des ondes sonores selon que leur source s'approche ou s'éloigne d'un observateur. Trois ans plus tard, l'expérience suivante confirma son hypothèse :
- Un train entra en gare, avec à son bord, 15 trompettistes qui firent retentir leur trompette ; Sur le quai, les observateurs entendirent le son des instruments dont la hauteur augmenta progressivement, puis diminua une fois le train passé, tout comme l'avait prédit Doppler.
- Cet effet Doppler (aussi appelé effet Doppler-Fizeau pour les ondes électromagnétiques) s'applique également à toutes sortes d'ondes. Il permet de déterminer la vitesse d'une source en mouvement et est utilisé en astronomie, par les radars, en médecine...



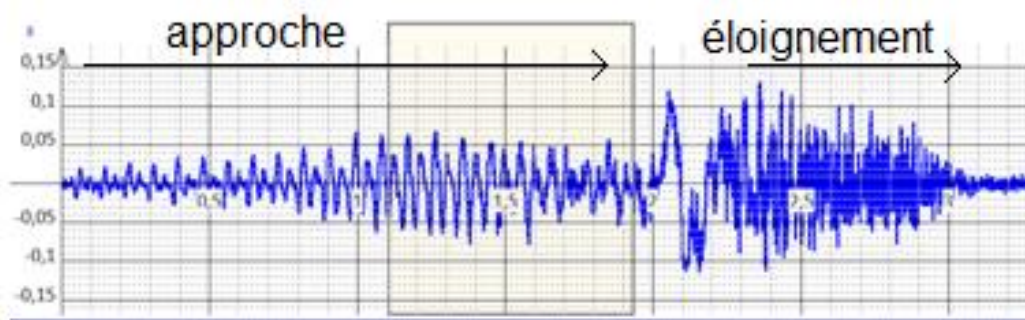
Doppler en 1842

### Formulaire

- A l'approche de la source sonore  $f_A = \frac{c}{c - v} \times f_0$  ; lors de l'éloignement de la source sonore  $f_E = \frac{c}{c + v} \times f_0$

### Le jeune conducteur est-il en infraction ?

- Etudions le cas du son émis par le klaxon d'une voiture roulant à vitesse constante en ville et dont la fréquence des ondes sonores à l'arrêt du véhicule est  $f = 511$  Hz.



- Ouvrir le fichier son P03\_Son Doppler Voiture.wav et l'écouter.
- Traiter le son à l'aide d'Audacity. Ignorer le pic à environ 50 Hz qui provient du moteur.

➤ *Premier cas* : La voiture s'approche. Sélectionner la phase d'approche.

1.1. (Réaliser) Mesurer la fréquence fondamentale  $f_A$  et les fréquences des harmoniques 2, 3 et 4.

➤ *Deuxième cas* : La voiture s'éloigne.

1.2. (Réaliser) Mesurer la fréquence fondamentale  $f_E$  et les fréquences des harmoniques 2, 3 et 4 d'éloignement.

1.3. (Analyser) Calculer la valeur de la vitesse expérimentale  $v$  de la voiture en appliquant la formule de

$$\text{Doppler : } v = c \times \frac{(f_A - f_E)}{(f_A + f_E)} \text{ avec } c \text{ la vitesse de propagation du son dans l'air à donner.}$$

1.4. (Valider) Le jeune conducteur est-il en infraction ? Si oui, combien de points va-t-on lui retirer sur son permis ? Quel est le montant de l'amende éventuelle ?

1.5. **Bonus (+1 point)** : Démontrer à partir des relations du formulaire la relation  $v = c \times \frac{(f_A - f_E)}{(f_A + f_E)}$